

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

**UM ESTUDO SOBRE O CICLO DE VIDA DE
PRODUTOS (CVP) APLICADO À INDÚSTRIA
AERONÁUTICA COMERCIAL**

LUCAS SOLIVA COSTA
DRE: 107314883

ORIENTADOR: NEWTON RABELLO DE CASTRO JUNIOR

RIO DE JANEIRO
DEZEMBRO DE 2009

Agradeço ao Prof. Newton pela colaboração
no desenvolvimento deste trabalho, aos meus familiares,
ao Lúcio e à memória da minha avó.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas Soliva Costa

UM ESTUDO SOBRE O CICLO DE VIDA DE PRODUTOS (CVP) APLICADO À INDÚSTRIA AERONÁUTICA COMERCIAL

Rio de Janeiro, 04 de Dezembro de 2009

Professor Orientador
(Newton Rabello de Castro Junior, Professor Doutor, UFRJ)

Professor Leitor
(Ângelo Maia Cister, Professor Doutor, UFRJ)

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso Administração de Empresas como parte dos requisitos necessários para a graduação do aluno.

UM ESTUDO SOBRE O CICLO DE VIDA DE PRODUTOS (CVP) APLICADO À INDÚSTRIA AERONÁUTICA COMERCIAL

Lucas Soliva Costa

Dezembro/2009

Orientador: Newton Rabello de Castro Junior

Curso: Administração de Empresas

A presente monografia visa discutir a importância do estudo do Ciclo de Vida do Produto (CVP) na indústria aeronáutica, mais especificamente a de aeronaves comerciais, abordando a forma como é realizado o planejamento de atividades durante as etapas do design, produção, suporte e finalmente descarte do produto inutilizado. Serão abordadas as principais singularidades desta indústria, que fazem com que a abordagem do modelo tradicional não seja fidedigna neste caso mais específico. Através de exemplos, irá se buscar explicar como as empresas capazes de entender em que estágio os seus produtos se encontram conseguem obter vantagem competitiva. Finalmente será proposta uma nova abordagem a esta teoria que possa contribuir para um aumento na eficiência das etapas que envolvem o ciclo de vida de uma aeronave.

Abstract of the thesis presented to Universidade Federal do Rio de Janeiro as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Business Administration

A STUDY ON PRODUCT LIFECYCLE THEORY APPLIED TO THE COMERCIAL
AIRPLANE AERONAUTICAL INDUSTRY

Lucas Soliva Costa

December/2009

Advisor: Newton Rabello de Castro Junior

Department: Business Administration

The present work discusses the importance of studying product lifecycle theory applied to the aeronautical industry, more specifically regarding commercial airplanes. It discusses considers how companies plan, develop, sell, do after market assistance and finally how disposable aircrafts are discarded. The most significant differences of this industry when compared to fast manufactured consumer goods is highlighted, explaining why only a part of this theory can be applied to such industry. Still, it is very important for the companies to understand in which stage of the lifecycle the products are, in order to gain competitive advantage. At the end, a new approach to this theory is proposed, to assure better efficiency on the different phases of product lifecycle.

Índice

1.	Introdução	9
1.1.	Considerações Iniciais	9
1.2.	Objetivos.....	9
1.3.	Justificativa.....	9
1.4.	Escopo	11
1.5.	Metodologia.....	11
2.	Revisão Bibliográfica	13
2.1.	Ciclo de Vida de Produtos	13
2.2.	Gerenciamento do Ciclo de Vida de Produtos (PLM).....	16
2.3.	Estratégias Empresariais.....	17
3.	A Teoria CVP Aplicada à Indústria Aeronáutica Comercial	19
3.1.	Fase Introdutória.....	19
3.2.	Fase de Crescimento.....	23
3.3.	Fase de Maturidade.....	27
3.4.	Fase de Declínio	29
4.	Conclusões.....	33
5.	Bibliografia.....	35

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1.1 – Curva do Ciclo de Vida dos Produtos.....	10
Figura 2.1 – Investimentos ao Longo do CVP.....	14
Figura 2.2 – Reciclo de Produtos.....	15
Figura 3.1 – Aeronaves Desenvolvidas pela Airbus nos Últimos 20 Anos.....	22
Tabela 3.1 – Histórico das Versões do Boeing Modelo 737.....	25
Figura 3.2 - Evolução do Número de Aeronaves Retiradas de Serviço.....	30

Glossário

Know-how: Perícia, capacidade de executar determinada tarefa;

Cockpit: Compartimento de um avião destinado ao piloto ou aos pilotos. = cabina;

Fly-By-Wire: Sistema de controle por cabo elétrico é um tipo de controle das superfícies móveis de um avião por computador;

Mach: A velocidade Mach (Ma) é uma unidade de medida de velocidade. É definida como a relação entre a velocidade do objeto e a velocidade do som;

Turbofans: Motor a reação utilizado em aeronaves projetadas especialmente para altas velocidades de cruzeiro, composto de uma turbina conectada a um *fan* por um eixo central;

Turbojatos: Motor turbojato é um motor à reação usado na propulsão de aeronaves, composto essencialmente de um compressor, uma câmara de combustão e uma turbina;

Turboélices: Motor a reação misto, composto basicamente de um motor a jato acionando uma hélice por um eixo central;

Galley: Área do avião destinada para o preparo de refeições.

1. Introdução

1.1. Considerações Iniciais

A motivação pessoal que influenciou no desenvolvimento deste tema foi o grande apreço por aviação, e o interesse ao se estudar a teoria de ciclo de vida de produtos na graduação e em treinamentos realizados. Surgiu então a idéia de estudar como esta teoria poderia se aplicar neste caso mais específico, onde diversas forças de mercado atuam (políticas, econômicas, etc.) e onde os produtos possuem alto custo e alta complexidade tecnológica envolvidos. Desta forma, além de compreender melhor a situação atual da indústria aeronáutica, foi possível encontrar explicações através da teoria, para casos célebres de sucessos e fracassos da aviação comercial.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo descrever a teoria de ciclo de vida de produtos e como esta se aplica à indústria aeronáutica. Através de exemplos, buscar-se-á explicar como neste segmento a aplicação da teoria possui pontos aderentes e pontos discordantes de sua versão clássica. Adicionalmente, será discutida a importância de estratégias voltadas para o entendimento do ciclo de vida de produtos com vistas a garantir vantagem competitiva para as empresas.

1.3. Justificativa

Novos produtos surgem, se desenvolvem, atingem a maturidade, entram em declínio e, eventualmente, desaparecem (Fig. 1.1). Essa é a essência da noção de ciclo de vida do

produto. Sabe-se, no entanto que este conceito possui limitações para algumas categorias de produtos; na verdade, até hoje teóricos divergem se este conceito deve ser aplicado a um produto, uma categoria de produtos ou a uma indústria.

De qualquer forma, a teoria do ciclo do produto consegue demonstrar que as decisões sobre quando e onde investir em inovações de produtos são influenciadas pela evolução das vantagens comparativas de custos. (VERNON, 1966). Uma empresa que é capaz de perceber a fase de vida que o seu produto se encontra se mostrará mais eficiente na gestão de seus recursos.

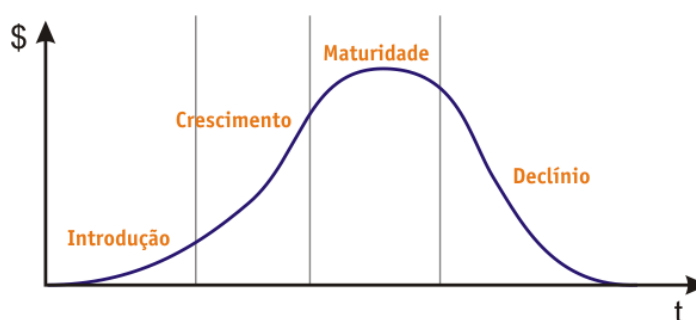


Figura 1.1 – Curva do Ciclo de Vida de Produtos (Fonte: Wikipedia)

Entender a curva do ciclo de vida de um produto é o passo inicial para traçar estratégias dentro de um mercado tão sujeito a flutuações como o que temos atualmente. Para se obter sucesso nos dias atuais, diante de um número crescente de concorrentes, é preciso destacar-se dentro da categoria na qual se está inserido. É preciso entender quais são as tendências de mercado para agir primeiramente e agir com foco em soluções que atendam às demandas. Na indústria aeronáutica, um projeto mal elaborado, pode significar a perda de anos de trabalho, de enormes montantes de dinheiro e muitas vezes até a falência de uma empresa.

1.4. Escopo

O trabalho irá tratar da indústria aeronáutica comercial, que engloba toda a aviação civil de transporte de cargas e passageiros. O foco será dado no desenvolvimento de aeronaves e não de seus componentes, sabendo, no entanto, que ambos os desenvolvimentos caminham concomitantemente, podendo haver influências entre ambos.

1.5. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a teoria do ciclo de vida de produtos. Buscou-se reportagens em revistas especializadas sobre a história de algumas aeronaves e estudou-se as principais tecnologias utilizadas atualmente no desenvolvimento de um novo produto.

Esta monografia foi dividida nos seguintes itens:

2. Revisão Bibliográfica: Foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema em questão, buscando-se entender o histórico de sua teoria, qual a sua aplicabilidade, e como os conhecimentos sobre este assunto são utilizados nos dias atuais;

3. Teoria do CVP aplicada a Indústria Aeronáutica Comercial: Uma vez compreendida esta teoria, buscou-se através de fatos históricos estabelecerem-se vínculos com sua aplicabilidade nesta indústria. Para facilitar o entendimento, este capítulo foi dividido de acordo com cada uma das fases da teoria de CVP.

Inicialmente, foram expostas as dificuldades enfrentadas pelas empresas do ramo aeronáutico nas etapas de projeto e produção de uma aeronave. Neste momento, influências dos ambientes interno e externo e um entendimento das demandas de mercado são extremamente importantes. Na indústria aeronáutica, o desenvolvimento de um novo produto

envolve prazos particulares e custos muito maiores do que na de produtos manufaturados para o consumidor final; a etapa de projeto já deve ter início em parceria com os futuros compradores. Posteriormente, foi discutido o processo de desenvolvimento de concorrentes na indústria aeronáutica, que também possui as suas peculiaridades, já que são poucas as empresas com *know-how*, geralmente similares e que, muitas vezes, adotam estratégias completamente diferentes.

Já em relação ao período de maturidade e declínio do produto, foram discutidos os fatores que podem contribuir para o sucesso ou o fracasso de um produto. Há aeronaves que estão em operação há mais de cinquenta anos, enquanto outras tiveram o seu ciclo de vida interrompido muito antes. Durante o período de utilização, a rastreabilidade de peças e de revisões é muito importante, sendo utilizados para isto softwares específicos para o gerenciamento do CVP. Para tanto, já na produção, estabelece-se um controle de componentes que serão monitorados pelo resto do tempo em que a aeronave estiver em operação.

Finalmente foi discutido o processo de inutilização e descarte dos produtos que muitas vezes deixam de ser utilizados, mesmo ainda funcionais. Isso pode acarretar em sua utilização para outros fins, tais como aviação de cargas, ou então ficam abandonados em “cemitérios de aviões”.

4. Conclusões: Tendo por base as informações coletadas nos capítulos anteriores foram feitas as considerações finais.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Ciclo de Vida de Produtos

O conceito de CVP foi introduzido primeiramente em indústrias onde o controle e a qualidade dos processos são bastante requeridos, principalmente nas indústrias de equipamentos médicos, nuclear e militar. O termo foi introduzido nos anos 20, porém seu estudo mais aprofundado ocorreu na década de 50. Nesta época, os mercados eram mais focados em bens de consumo não duráveis, eram menos segmentados e o fluxo de informações era pouco complexo, tornando este conceito bem aceito como explicação da dinâmica dos mercados (WOOD, 1990).

Analogamente à evolução dos organismos, o mercado era analisado considerando-se quatro fases distintas: introdução, crescimento, maturidade e declínio (LEVITT, 1965). Na fase introdutória há poucos concorrentes no mercado, o que possibilita às empresas mais inovadoras uma vantagem competitiva. No período de crescimento há um grande aumento das vendas, fato este que atrai a entrada de diversos concorrentes para a fabricação do produto. As duas fases finais são caracterizadas pela redução do volume de vendas e proporcionalmente uma diminuição do investimento em marketing por parte das empresas (Fig.2.1).

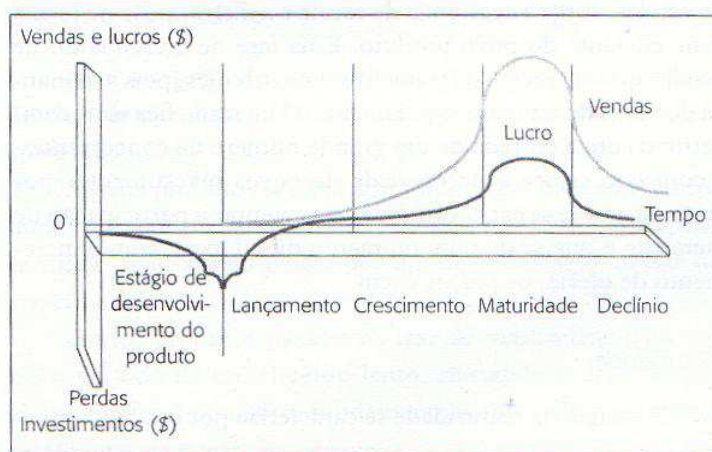


Figura 2.1 – Investimentos ao longo do CVP (Fonte: Sandhusen, 1998 *apud* Irigaray *et al.*, 2006)

Esta associação da vida dos produtos à vida dos organismos pressupõe que, assim como um ser vivo, todo produto é mortal. Assim como na biologia, assume-se que todo estágio é fixo, formando uma seqüência de eventos invariável e irreversível (GRANTHAM, 1997). É importante, no entanto ressaltar que o ciclo de vida de produtos não ocorre concomitante à linha do tempo, como no caso dos organismos. A evolução dos produtos é moldada por diversos fatores tanto relativos à demanda, quanto aos ambientes externos, que na maioria dos casos vão além do controle das empresas e da previsibilidade.

Desta forma, torna-se fundamental que as empresas acompanhem o CVP de seus produtos e adotem diferentes estratégias referentes à promoção, preço e distribuição para maximizar o valor e a rentabilidade do produto ao longo do tempo. Estas estratégias podem muitas vezes contribuir para um prolongamento da vida de um produto (Fig.2.2), ou até mesmo para reverter o estágio no qual o produto se encontra. Exemplos disso são: o reposicionamento, alteração de design ou a inclusão de características adicionais ao produto (RINK, 1979).

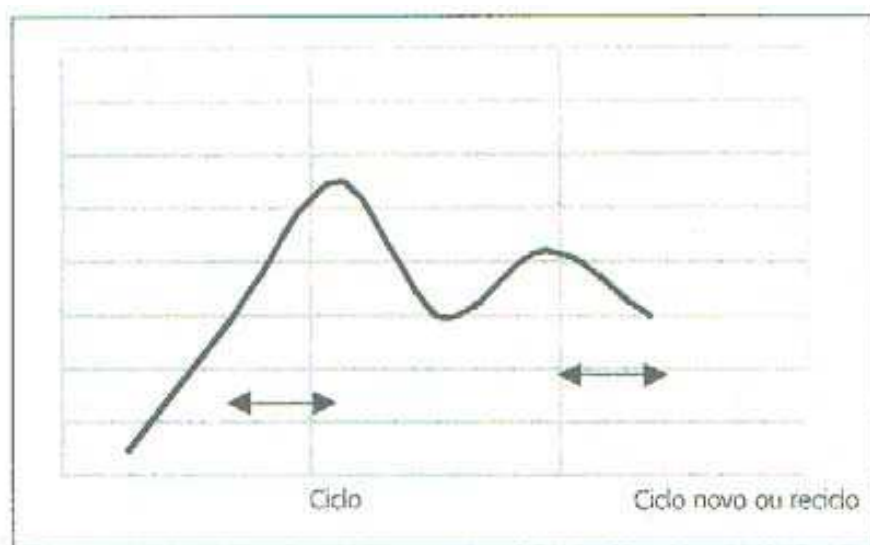


Figura 2.2 – Reciclo de Produto (Fonte: Kotler, 2000 *apud* Irigaray et al., 2006)

Um caso interessante de alteração das características do produto, para prolongar a vida do produto pode ser visto na indústria aeronáutica no caso do Boeing 737. Em 1993, a Boeing deu início ao programa do 737-X, que posteriormente passou a ser intitulado Next Generation (NG). Este programa reformulou completamente as características iniciais do avião, que na época já estava em operação há aproximadamente trinta anos.

As aeronaves que pertencem à família NG são projetos completamente novos, que têm muito pouco em comum com seus antecessores, além da estrutura da fuselagem. As asas e motores foram aperfeiçoados, a aeronave recebeu um novo painel eletrônico de informações, um novo interior foi projetado, o número de peças foi reduzido em 33%, diminuindo o peso e simplificando a manutenção. Em 2001, o 737 foi alongado para criar o 737-900, que igualou sua capacidade com a do modelo 757-200, cuja produção foi encerrada em 2004, devido à baixa demanda. (Fonte: <http://www.b737.org.uk>).

2.2. Gerenciamento do Ciclo de Vida de Produtos (PLM)

O desenvolvimento de um novo produto pode ser entendido como um processo de transformação da informação que manipula uma grande variedade e volume de dados. Esta característica torna crítico o gerenciamento deste processo, fazendo com que as práticas de sistemas de gerenciamento de informações tornem-se relevantes para garantir que as informações estejam disponíveis para toda a organização no formato, local e tempo adequados (PRASAD, 1996).

Neste contexto, portanto, é que surge o conceito de Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management* - PLM), visando organizar o fluxo de informações e os procedimentos inerentes à gestão de produto. O conceito de PLM refere-se à “capacidade de gerenciar, coordenar e executar todas as atividades de engenharia e gerenciamento durante todo o ciclo de vida do produto, para entregar o produto final com o melhor custo de aquisição e utilização” (GARETTI, 2003). Ainda segundo este autor, o conceito de PLM integra uma variedade de disciplinas, métodos, ferramentas e sistemas, abrangendo desde o desenvolvimento do produto até a gestão dos sistemas de fabricação.

Com o advento da *Internet* como novo ambiente de negócios, esta abordagem orienta-se à gestão do produto durante todo o seu ciclo de vida, desde o gerenciamento do portfólio de produtos da empresa, passando pela geração, desenvolvimento e estruturação do conceito em ambientes colaborativos, pela gestão das mudanças de produto, chegando até a obsolescência e descarte do mesmo. Segundo Cunha (2003), por ter suas bases em tais metodologias de desenvolvimento de produtos, o conceito de PLM engloba pessoas de todas as áreas e de todas as funções intervenientes no processo, constituindo-se, assim, num processo de gestão de conhecimento “transdisciplinar”.

O conceito de PLM também se baseia no fato de que atualmente poucas companhias criam produtos usando apenas seus próprios recursos. O enquadramento do conceito de trabalho colaborativo ao cenário da operação em cadeias de empresas tem conduzido muitas organizações à obtenção de sucesso nas atividades relacionadas ao desenvolvimento de um produto, através da organização de redes colaborativas e parceria de riscos entre empresas e fornecedores.

2.3. Estratégias Empresariais

O termo estratégia advém etimologicamente da palavra grega *strategos* que tem como significado literal “a arte do general”. A partir da época napoleônica ganhou uma conotação mais ampla, de medidas econômicas e políticas que proporcionavam um aumento das chances de vitória na guerra (TAVARES, 2000). A incorporação do termo na terminologia dos negócios deu-se a partir da década de 60; é provável que esta incorporação se deva à admiração que obras de alguns estrategistas militares despertaram nos profissionais e autores de administração.

A estratégia consiste em concentrar todo o esforço em um foco bem definido, buscando-se a vitória e sustentando-a (TAVARES, 2000). Ela orienta os principais objetivos, propósitos ou metas e as políticas ou planos essenciais para conseguir tais metas estabelecidas de tal maneira que definam em que classe de negócios a empresa está ou quer estar e que classe de empresa é ou quer ser (ANDREWS, 1977 apud TAVARES 2000).

A escolha da estratégia de uma maneira geral é sempre condicional. No âmbito interno, depende das condições do ambiente, da organização, dos recursos intelectuais, físicos e financeiros. Já no âmbito externo, depende das condições ambientais, reação e ação da concorrência, resposta do consumidor, entre outros.

Uma característica da indústria aeronáutica, importante para a compreensão das estratégias empresariais do setor, é a tendência a aversão ao risco que faz com que adotem uma postura do tipo *follow the leader* e que, segundo especialistas, as impede de dar saltos a frente dos concorrentes. Além disso, o tamanho do setor e os pesados investimentos que requer não permitem que as empresas se afastem de sua cartilha básica de produtividade e competitividade de fabricar o melhor produto pelo menor preço e entregá-lo o mais rápido possível.

Para orientar suas estratégias, as empresas realizam pesquisas de mercado pelas suas equipes de estratégia empresarial e algumas vezes por empresas especializadas em pesquisar as demandas de mercado aeronáutico. Através destas pesquisas, normalmente realizadas anualmente, as empresas mapeiam a frota existente e percebem novas demandas de mercado.

Projeções de mercado, por exemplo, indicam que nos próximos 20 anos cerca de 2000 aeronaves serão retiradas de mercado por estarem desatualizadas e no limite da sua capacidade operacional para o segmento de aeronaves de 30 a 120 assentos. Segundo dados de uma pesquisa realizada pela Embraer, o crescimento da demanda e a substituição de aeronaves deverá fazer com a que a frota de aeronaves do segmento de 30 a 120 lugares triplique até 2023, chegando a 10.100 aeronaves. Para atender esta demanda serão necessárias 8450 novas aeronaves.

3. A Teoria CVP Aplicada à Indústria Aeronáutica Comercial

3.1. Fase Introdutória

Nos primeiros estágios do desenvolvimento de um produto, as decisões de investimento e produção se caracterizam por uma complexidade maior, uma vez que até mesmo as ações mais imediatas do processo produtivo têm elevado grau de indeterminação, fazendo com que as empresas enfrentem várias indefinições críticas, mesmo que transitórias. (VERNON, 1979)

Desta forma, os produtores se defrontam com condições incertas no que tange: escolha das especificações do produto final e do processo produtivo; definições de quais produtos terão êxito na seleção pelo mercado; dimensões finais do mercado consumidor; e respostas competitivas das firmas rivais.

Nesta primeira etapa do ciclo de vida do produto, mais do que a perspectiva de uma oportunidade de expansão de mercado, muitas vezes o que se impõe é a necessidade de agir preventivamente, a fim de evitar uma perda do fluxo de rendas, buscando, para isso, estabelecer-se no novo mercado antes que alguma empresa concorrente o faça. (VERNON, 1966).

Somado a isso, a aviação comercial está bastante sujeita às ações governamentais tais como grandes investimentos em infra-estrutura; a inexistência de infra-estrutura adequada, pode ser uma limitação tanto para a entrada de novas companhias aéreas quanto para a fabricação de novas aeronaves. As aeronaves devem também obedecer a resoluções de órgãos regulatórios de diversos países. No caso da União Européia, por exemplo, as aeronaves necessitam passar por um criterioso processo de certificação que pode levar quatro anos ou mais, em se tratando de projeto completamente original. (LIMA, 2005). Este processo de

certificação ao mesmo tempo em que alinha os objetivos iniciais do projeto também eleva seus custos e a sua complexidade.

Estes custos, envolvidos no desenvolvimento de uma aeronave, são foco de uma atenção muito maior do que no caso de produtos manufaturados convencionais; para o desenvolvimento de seu novo projeto o 787, a Boeing estima gastar aproximadamente sete bilhões de dólares, enquanto que a Airbus, como o seu novo avião, o A380, deve gastar aproximadamente 12 bilhões de dólares (MERRYLL LINCH, 2004).

Nestas condições, a possibilidade de um maior grau de liberdade e um leque mais amplo de alternativas para a escolha de potenciais fornecedores, perde importância, cedendo lugar à adoção de estratégia de ativos. Para o desenvolvimento de novas aeronaves, as empresas costumam estabelecer uma rede de parceiros de risco e de fornecedores estratégicos. Para os grandes fabricantes de aeronaves, mais importante do que fabricar os diferentes subsistemas, é a capacidade de combiná-los e adaptá-los de acordo com os requisitos do projeto (LIMA, 2005).

Os parceiros de risco contribuem para mitigar os custos envolvidos e também as incertezas. Eles participam com investimentos financeiros e em engenharia, em equipamentos para a fabricação de protótipos e em processo de certificação. A remuneração desses parceiros é atrelada ao volume de vendas das aeronaves e o pagamento é vinculado às datas de entrega (BERNARDES, 2001).

Outras formas de parcerias são aquelas estabelecidas entre as empresas fabricantes e as companhias aéreas. Um exemplo foi a compra de 121 aeronaves do modelo 737 da Boeing pela Gol Linhas Aéreas. Estas aeronaves foram projetadas para atender necessidades específicas da Gol que precisava de aviões maiores que fossem capazes de aterrissar em pistas curtas como as dos aeroportos de Congonhas e Santos Dumont. A Boeing realizou

modificações estruturais nas asas, alongou a cabine para acomodar 187 passageiros e a decorou com móveis leves e modernos para criar um maior espaço útil (MARTINEZ, 2007).

Em relação à concorrência, a indústria aeronáutica mundial é constituída por poucas empresas de grande porte, incluindo Boeing, Airbus, Bombardier e Embraer, e algumas outras de menor porte. As barreiras à entrada de novas empresas são significativas, principalmente devido aos elevados custos e à capacitação tecnológica relacionados ao desenvolvimento de produtos e ao suporte pós-venda, fatores que explicam este pequeno número de empresas nesse segmento. (LIMA, 2005)

Analisando o panorama atual da aviação comercial mundial se constata as características do mercado que norteiam as empresas. Entre dezembro de 2000 e dezembro de 2003, a quantidade de vôos das linhas aéreas utilizando-se de jatos regionais cresceu 140%, enquanto a de jatos de grande porte decresceu 19% e a de aeronaves turboélice, 41%. Em dezembro de 2003, os jatos regionais já respondiam por 25% de todos os vôos das linhas aéreas norte-americanas. (MERRYL LINCH, 2004). Apostando nestes dados, a Embraer projetou uma análise do potencial de mercado de jatos regionais para os próximos 20 anos, e tem investido massivamente em jatos de pequeno porte que tem se mostrado um importante instrumento competitivo da empresa. (Fig. 3.3)

Por outro lado, a elevação do preço do petróleo, o aumento do volume de passageiros e as crescentes restrições aeroportuárias em relação a horários e quantidade de pousos, fizeram com que a Airbus adotasse uma estratégia diferente.

A partir dos anos 80, com o final da União Soviética e com o aquecimento das economias dos países do eixo Ásia-Pacífico, ocorreu um grande aumento no número de passageiros percorrendo grandes distâncias. O aumento do tráfego de pessoas passou lentamente a causar congestionamentos nos principais aeroportos asiáticos; entre o início dos

anos 80 e o final dos anos 90 a taxa de congestionamento dos 10 principais aeroportos asiáticos (incluindo Hong-Kong, Japão e Taiwan) aumentou em média 60 por cento, fato que também já está ocorrendo nos aeroportos dos Estados Unidos e da Europa (NORRIS, 2005). Devido a estes fatores, a empresa optou por investir em uma aeronave de porte muito grande, destinada a transportar entre quinhentos e oitocentos passageiros, contribuindo desta forma para a redução do custo por passageiro e do número de pousos e decolagens.

Já a Boeing, abordou as demandas de mercado por outro aspecto. Seu projeto atual, o 787, tem como principais atributos o conforto e o baixo custo. A aeronave é primariamente fabricada com materiais compósitos (composto plástico reforçado por fibra de carbono), que contribui para reduzir o seu peso. Seu custo é aproximadamente 10% menor que o de seus concorrentes devido ao menor consumo de combustível; é 60% mais silencioso e seus bagageiros são 30% maiores que os mesmos de sua categoria (Fonte: www.boeing.com.br).

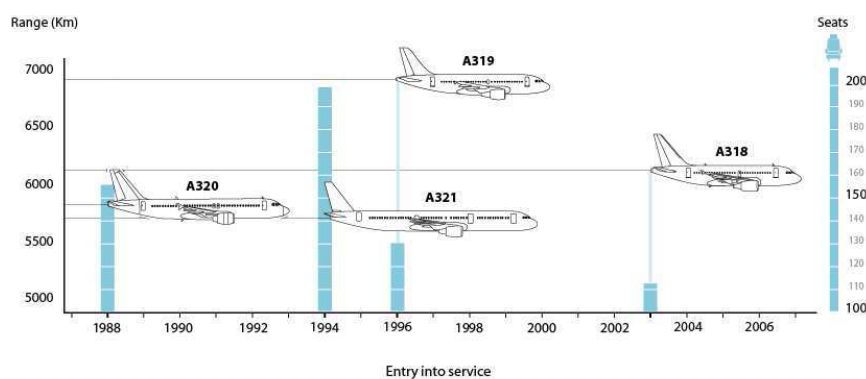


Figura 3.1 – Aeronaves de pequeno e médio porte da Airbus desenvolvidas nos últimos 20 anos
(Fonte: www.airbus.com)

Em relação à tecnologia empregada no processo de manufatura e no processo produtivo verifica-se uma grande homogeneidade neste setor. Segundo Bernardes (2000), a capacitação tecnológica necessária para o design e a manufatura é introduzida gradualmente,

sendo difícil de estabelecer rapidamente, dependendo de experiência acumulada, especialmente quanto à integração de sistemas técnicos e gerenciais de grande complexidade. Somado a isso, os rígidos controles de qualidade aos quais as aeronaves são submetidas para obterem certificação engessam o processo produtivo das empresas.

Constata-se desta forma que o posicionamento ocorre mais por uma questão estratégica do que por capacidade tecnológica. As empresas buscam assim, garantir espaço em nichos de mercado que ainda não estejam saturados pelas concorrentes, apostando em tendências observadas em diversas áreas (política, economia etc.)

3.2. Fase de Crescimento

Durante a fase de desenvolvimento de uma aeronave, como já foi dito anteriormente, as empresas buscam, através de parcerias e pesquisas de mercado, minimizar os riscos. Desta forma, o sucesso ou fracasso de um avião já pode ser previsto com certa confiabilidade durante a sua fase de projeto. Sabe-se, no entanto, que a indústria aeronáutica, mais do que muitas outras é fortemente dependente de fatores externos. Segundo Lima (2005), trata-se de mercado extremamente volátil cujos principais riscos são:

- geopolíticos e extraordinários, por estar sujeito a diversos tipos de intervenções de governo e por sofrer influência direta da instabilidade que contrapõe o mundo ocidental ao mundo árabe, além de ser afetado diretamente por calamidades, intempéries e outros;
- associados a choques de custo (entre esses, o preço do petróleo e acordos trabalhistas), já que o controle de custos é fator crítico de competitividade atualmente; e
- associados ao desempenho da economia mundial, principalmente devido às incertezas acerca da retomada do crescimento pela economia dos Estados Unidos e União Européia.

A situação econômica é certamente o fator determinante para o crescimento da venda de aeronaves. Relacionados ao aquecimento da economia estão as taxas de financiamento para as companhias aéreas adquirirem novos aviões, e o capital disponível para as pessoas investirem em viagens. Choques econômicos tais como as crises do petróleo que ocorreram nos anos 70 também podem ser decisivos para o sucesso ou fracasso de muitos projetos, como será visto posteriormente.

Fatores como a falta de infra-estrutura adequada nos aeroportos também podem frear o crescimento das vendas de aeronaves. O A380 é um modelo que está sofrendo com este problema. Apesar de ter vendido mais de 180 unidades, atualmente somente 12 cidades possuem aeroportos com infra-estrutura adequada para receber o avião. Até o momento nenhuma encomenda foi feita por empresas americanas que e são necessárias pelo menos 260 encomendas para cobrir os custos de desenvolvimento do modelo.

O sucesso de aeronaves, por sua vez, pode ser explicado por superioridade tecnológica, por vantagem competitiva de custos e/ou por excelência de mercado. No caso das aeronaves de pequeno porte da Embraer, o sucesso comercial se deu por vários motivos. Em primeiro lugar, havia forte demanda por aeronaves regionais, principalmente nos Estados Unidos. Em segundo, a Embraer foi capaz de produzir um avião de baixo custo e bom desempenho operacional, com tecnologia de produção derivada de aeronaves anteriores, como os turboélices. Em terceiro, a empresa se apoiou na sua excelência em projeto e integração de sistemas produtivos complexos e intensificou o uso dessa estratégia, segundo a qual não era importante fabricar os diferentes subsistemas, mas sim adicionar valor na integração das aeronaves, retendo a capacidade de combiná-los e adaptá-los de acordo com os requisitos do projeto. E, por último, o governo brasileiro ofereceu apoio decisivo para o enfrentamento da concorrência por intermédio da equalização de taxa de juros. (LIMA, 2005).

Outro exemplo de grande crescimento de vendas e sucesso é o Boeing modelo 737, o avião mais vendido na história da aviação comercial, que foi lançado em fevereiro de 1965, para completar a família 707 e 727. Tratava-se de um avião um pouco menor que os outros dois, com duas turbinas nas asas, mais econômico e versátil para pequenas e médias distâncias e que ocupasse pouca pista. Em pouco mais de cinco anos, foram vendidas mais de 1100 unidades dos modelos 100 e 200; a produção destes modelos deu-se de 1967 até 1988 (Tabela 3.1). A razão desse sucesso foi o continuado aperfeiçoamento de seus aviônicos e turbinas e, principalmente a ausência de concorrentes no mercado durante grande parte deste período. (Fonte: http://www.portalbrasil.net/boeing_737.htm)

Tabela 3.1 – Histórico das versões do Boeing 737

Modelo	1ª compra	1º voo	Certificação	1ª entrega	Entrada em serviço	1ª empresa a operar	Última entrega
737-100	15/02/65	09/04/67	15/12/67	28/12/67	10/02/68	Lufthansa (Alemanha)	26/07/73 NASA
737-200	05/04/65	08/08/67	21/12/67	29/12/67	28/04/68	United (EUA)	05/04/71 Indian Airlines
737-200C	15/02/66	18/09/68	15/10/68	30/10/68	20/11/68	Wien Consolidated	05/07/85 Markair
737-200 Adv.	16/07/70	15/04/71	03/05/71	20/05/71	17/06/71	All Nippon (Japão)	08/08/88 Xiamen
737-300	05/03/81	24/02/84	14/11/84	28/11/84	12/07/84	Southwest (EUA)	17/12/99 Air New Zealand
737-400	04/06/86	19/02/88	02/09/88	15/09/88	01/10/88	Piedmont (EUA)	25/02/00 CSA Czech Air
737-500	20/05/87	30/06/89	12/02/90	28/02/90	02/03/90	Southwest (EUA)	26/07/99 Air Nippon
737-600	15/03/95	22/01/98	31/07/98	31/08/98	25/10/98	SAS (Suécia)	*
737-700	17/11/93	09/02/97	FAA-07/11/97 JAA-19/02/98	17/12/97	18/01/98	Southwest (EUA)	*
737-800	05/09/94	31/07/97	FAA-13/03/98 JAA-09/04/98	22/04/98	24/04/98	Hapag-Lloyd (Alemanha)	*
737-900	10/11/97	10/09/00	12/03/01	16/05/01	s/d	Alaska Air (EUA)	*

(*) Ainda em produção.

Segundo Kotler (2006), quando o produto é bem sucedido, há um aumento na demanda e as vendas aumentam. Isto atrai os concorrentes, que através de cópia ou aperfeiçoamentos, começam a lutar pelos clientes. O criador precisa então fazer com que os consumidores prefiram o seu produto. E quanto mais sucesso tiver, mais competidores serão atraídos.

Em resposta à concorrência da Boeing, a Airbus lançou no final dos anos 70 o projeto do modelo A320. Estes aviões entraram em operação em 1988 e rapidamente superaram os 737 em número de encomendas. Um fator crucial naquele momento era a defasagem tecnológica entre os dois modelos. Enquanto os 737 ainda confiavam em controles eletro-hidráulicos simples e *cockpits* já obsoletos, os A320 dispunham de instrumentos digitais e controles *fly-by-wire*. Além disto, outro fator decisivo para o sucesso da Airbus foi a velocidade de seus aviões: a velocidade de cruzeiro dos 737 era de Mach 0.74, mas a dos A320 era de Mach 0.78, o que influenciava bastante os passageiros, que preferiam voar nos aviões da Airbus.

Assim, ao constatar que as vendas da família 737 estavam em forte queda, a Boeing iniciou estudos para uma modernização dos 737, que ficaria mais tarde conhecida como 737NG. As novas aeronaves da família 737 conseguiram reverter a forte concorrência estabelecida pela Airbus e as vendas voltaram a crescer.

Os diversos modelos dos 737, que evoluíram continuamente durante os últimos 40 anos, buscando mais eficiência na operação e adequação às necessidades de mercado são exemplos de sucesso: foram vendidas mais de 6000 unidades desde o seu lançamento, transportando mais de 5 milhões de passageiros.

3.3. Fase de Maturidade

Com o produto atingindo a fase madura, tem-se a consolidação das suas características básicas e do mercado consumidor, ou seja, um aprofundamento de características da fase anterior de crescimento do produto. A padronização do produto atinge o grau máximo, o consumo se massifica e a escala de produção pode ser otimizada (VERNON, 1966).

Desde o surgimento dos primeiros aviões de passageiros a jato, a partir dos anos 50, o que se verifica, na verdade, é uma evolução de uma mesma configuração de aeronaves que se mostraram eficientes; o Boeing 707, um avião que revolucionou a aviação comercial nos anos 50, já possuía diversas características utilizadas nas aeronaves atuais. Isso pode ser visto claramente na fabricação de componentes aeronáuticos: em motores, na utilização de materiais compósitos para a estrutura e nos equipamentos aeronáuticos.

Os motores mais utilizados atualmente, os *turbofans*, tiveram sua origem após a segunda guerra mundial, como uma evolução dos primeiros motores a reação, os turbojatos. A partir dos anos 60, estes motores passaram a ser utilizados na aviação comercial e rapidamente tomaram o lugar dos seus predecessores; atualmente, praticamente todas as aeronaves comerciais utilizam este tipo de motor por se mostrarem muito mais silenciosos e econômicos. As melhorias desenvolvidas são voltadas para a otimização deste tipo de motor, mais do que para o desenvolvimento de uma nova tecnologia.

Também a partir da década de 60, foi introduzida a utilização de materiais compósitos de maneira definitiva na indústria aeroespacial. O desenvolvimento de fibras de carbono, boro, quartzo ofereceram às empresas a oportunidade de flexibilizar os projetos estruturais das aeronaves. O uso de materiais compósitos reforçados com fibras também se deve principalmente, à redução drástica da fadiga, maiores valores de resistências ao impacto e ao fogo, baixa absorção de umidade, temperatura de serviço mais elevada e grande versatilidade

na produção em série, exibindo propriedades mecânicas iguais ou superiores às apresentadas por metais. Além disso, o uso de compósitos permitiu uma redução de peso em torno de 25%, em relação às estruturas metálicas (REZENDE, 2000).

Com a padronização das tecnologias utilizadas e com a tendência cada vez maior das empresas fabricantes de aviões se tornarem integradoras de componentes de diversos fornecedores multinacionais, diminui-se a importância relativa da detenção do conhecimento por parte das grandes empresas, e aumenta-se a importância da realização de parcerias estratégicas com as empresas fabricantes dos subsistemas. É nesse momento, que os países menos desenvolvidos podem oferecer vantagens competitivas para a produção, no caso de certas categorias de produtos. Segundo Vernon (1966), se pudermos supor que os produtos altamente padronizados tendem a ter um mercado internacional bem articulado e facilmente acessível, suas vendas são, em grande parte, função do preço.

A Boeing e a Airbus se encontram mais condicionadas à adoção de novas medidas nas áreas de produção e relacionamentos políticos em função do engessamento que a excessiva regulamentação em seus países proporciona, principalmente em relação às leis trabalhistas, sindicais e contratuais (MARTINEZ, 2007). Empresas oriundas de países que apresentam menores custos de produção tais como Brasil e China, têm conseguido um espaço cada vez maior no mercado internacional, por apresentarem produtos de características e qualidade semelhantes às empresas concorrentes a custos mais competitivos.

Do ponto de vista financeiro, os fornecedores de subsistemas, geralmente, têm apresentado, desde meados dos anos 90, margens operacionais mais elevadas que as grandes integradoras. Essas, por sua vez, têm alcançado maiores margens de lucro que as companhias aéreas. Apesar de não deterem o comando no projeto e na fabricação das aeronaves, os fornecedores de subsistemas têm certamente um grande poder de mercado para auferir

margens mais elevadas, principalmente porque lidam com um número significativo de companhias aéreas ao longo do ciclo de vida das aeronaves.

Desse modo, podem obter ganhos adicionais não exatamente na venda do produto, mas na prestação de serviços de manutenção, reparo e retificação e na venda de partes e peças dos subsistemas. Um bom exemplo são os fabricantes de turbinas, que podem vendê-las a preço de custo ou mesmo com perdas, mas que, durante o ciclo de vida, podem assegurar margens de até 60% em peças de reposição e serviços. O acesso dos produtores originais ao atendimento dessa demanda não é exclusivo nem garantido eternamente, porém contribui para o aumento da rentabilidade das empresas do setor.

Ainda em relação a parcerias estratégicas, uma tendência recorrente atualmente são parcerias com as companhias aéreas que irão operar os aviões. Aeronaves customizadas são elaboradas com características específicas para atender necessidades de companhias aéreas. Esta tendência surgiu por volta dos anos 70 nos Estados Unidos, com a Southwest Airlines, a primeira companhia aérea *low cost*. Para atender à demanda da companhia, a Boeing realizou modificações no modelo 737, de modo a reduzir o espaço entre as poltronas, reduzir o *galley* e diminuir o compartimento de bagagens para aumentar os tanques de combustíveis (Martinez, 2007). Casos como o da parceria da Boeing com a Gol Linhas Aéreas, citado anteriormente, corroboram a proposição de parcerias estratégicas entre fabricantes de aeronaves e companhias aéreas.

3.4. Fase de Declínio

Este período caracteriza-se por uma forte queda nas vendas e no lucro. É o momento de desaceleração, eliminação ou revitalização com a introdução de um novo produto. Esta queda nas vendas ocorre por diversas razões, incluindo avanços tecnológicos, mudanças nos

gostos dos consumidores e aumento da competição pela entrada de novos concorrentes (MIRA, 1984)

Ainda segundo Mira, as empresas remanescentes podem reduzir o número de produtos, podem retirar-se dos segmentos menores e abandonar os canais de distribuição mais fracos, podem reduzir o orçamento de promoção e baixar os preços. Algumas vezes apostam na melhora das vendas do produto com a recuperação da economia ou melhora do produto.

No caso de aeronaves, estas podem entrar em declínio seja por obsolescência ou por inadequação ao ambiente externo atual; em outros casos, erros de projeto ou grande força da concorrência também podem contribuir para o final da vida destes produtos (Fig.3.3).

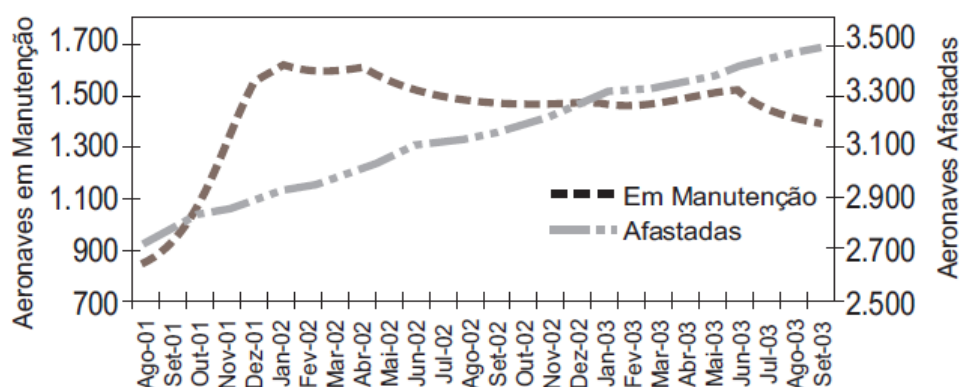


Figura 3.2- Evolução do número de aeronaves retiradas de serviço entre 2001 e 2003.

(Fonte: LIMA, 2005)

Casos como o do Concorde, exemplificam situações onde mudanças no ambiente externo, fizeram com que o a aeronave tivesse o seu ciclo de vida encurtado. Embora tenha representado um notável marco tecnológico no fim da década de 60, o avião nasceu destinado ao fracasso comercial. Para recuperar o investimento de 3 bilhões de dólares no projeto, o consórcio franco-britânico responsável por sua construção precisava vender mais de 200 unidades. Antes do início de sua operação comercial, em 1976, já havia indícios de que o projeto não iria vingar.

Com um custo operacional quatro vezes maior que o dos jatos convencionais, a aeronave vendeu apenas 20 aeronaves em toda a sua história de quase 20 anos de operação. O primeiro grande impacto sofrido pelo avião ocorreu apenas um ano após o seu vôo inaugural, em 1977, com a crise do petróleo; devido a um aumento repentino do preço dos combustíveis a maioria das empresas que havia feito encomendas cancelou seus pedidos; somente a British Airways e a Air France operaram efetivamente o avião. Poucas rotas revelaram-se lucrativas, isso somado a novas regulamentações sobre os níveis máximos de ruídos permitidos para aeronaves e preocupações ambientais crescentes, contribuíram para encerrar definitivamente com a operação do Concorde.

Provavelmente o maior fracasso da aviação civil foi o modelo Mercure 100 da Dassault. O avião começou a ser desenvolvido em 1968 para ser um concorrente do Boeing 737, e entrou em operação no ano de 1974. Apesar de ser mais rápido e mais econômico que o concorrente, este avião não despertou o interesse das companhias aéreas pelos seguintes fatores: a crise do petróleo de 1973, a autonomia muito curta (que era suficiente para ligar as cidades européias, porém não as americanas e asiáticas) e ao fato do avião da Boeing já estar muito bem consolidado no mercado no momento do lançamento da aeronave. O avião teve apenas 10 unidades vendidas, metade da quantidade do Concorde, todos para uma companhia aérea francesa. (Fonte: www.dassault-aviation.com). Casos como este, mostram que não somente falhas de projeto, mas também uma inadequação ao tempo certo para lançamento de produtos, podem significar num fracasso para o produto.

Fracassos não ocorrem somente com aeronaves que não se posicionaram corretamente frente às demandas de mercado. Aeronaves como o 747 da Boeing que foi sinônimo de sucesso durante mais de 30 anos está deixando de ser utilizado por muitas companhias. Nos últimos dezoito meses, chegou a 64 o número de Boeings 747 desativados por companhias americanas e estocados no famoso cemitério de aviões no Deserto de Mojave. A aposta

tecnológica do Concorde e a operacional do 747, com sua capacidade de transportar até 416 passageiros, provaram-se inadequadas para estes tempos em que a aviação civil passa por dificuldades, com a preferência das companhias por jatos de pequeno e médio porte.

Os aviões ficam neste “cemitério” enquanto existe alguma chance de que voltem a voar. Quando definitivamente aposentados, eles são desmontados ou simplesmente destruídos. A previsão é que aeronaves como os 747 que foram levados para o deserto sejam cada vez mais utilizados no transporte de carga. Metade de todas as mercadorias transportadas no mundo atualmente pelo modal aéreo é feita por aviões do modelo Boeing 747.

No transporte de cargas, as aeronaves operam com uma taxa de utilização maior, fazendo com que os gastos com combustíveis e manutenção sejam compensados. Outro fator que favorece a utilização de aeronaves antigas para o uso de cargas é que o tráfego não é tão intenso quanto o de passageiros, reduzindo-se, desta forma, os possíveis impactos negativos, tais como segurança e manutenção (NOVAES, 2007).

Ao mesmo tempo em que o declínio de algumas aeronaves pode representar um ponto ruim para as empresas, este também representa uma oportunidade. Aeronaves que são afastadas por estarem obsoletas, ou por não estarem mais adequadas ao mercado, representam novos mercados que irão surgir para empresas que souberem aproveitar o espaço deixado pelos aviões que foram inutilizados para o transporte de passageiros.

4. Conclusões

Este trabalho buscou aplicar uma teoria bastante antiga em um caso específico de uma indústria atual. Atualmente, grande parte dos estudos que se faz sobre a teoria está voltada para o entendimento de como deve ser realizada a integração das diversas fases de vida de um produto. A partir disto, tem-se discutido cada vez mais a utilização de sistemas PLM para garantir a rastreabilidade de um produto.

Não se percebe, no entanto discussões mais profundas sobre os princípios da teoria que parecem ter sido esquecidos com os seus primeiros autores das décadas de 60 e 70. A aplicabilidade da teoria é muito pouco discutida especialmente em se tratando para casos específicos de indústrias.

Através do estudo feito neste trabalho e dos exemplos que foram citados pode-se constatar que a teoria do ciclo de vida de produtos demonstra grande aplicabilidade na indústria aeronáutica. Apesar de não apresentar um comportamento semelhante ao dos produtos manufaturados para o consumidor final, esta indústria pode sim utilizar-se de ferramentas para prolongar a vida de um produto ou reverter a situação na qual o mesmo se encontra. Deve-se, no entanto ressaltar que mais do que em qualquer outro caso, na indústria aeronáutica é necessário estar atento para fatores externos, uma vez que estes têm grande influência no CVP das aeronaves. Percebe-se desta forma que no desenvolvimento de uma aeronave, não somente fatores tais como custos e tecnologia exercem forte influência no sucesso ou fracasso das mesmas.

A teoria assim como foi aplicada para aeronaves comerciais, provavelmente possa ser estendida para outras categorias de produtos, que assim como no caso desta indústria possuem alto valor agregado, poucos concorrentes e um longo período de operação. Exemplos de outros tipos de indústria, são: a naval, a de maquinário industrial dentre outras.

Este deve ser inclusive outro ponto de destaque: o que trata das peculiaridades que esta indústria, assim como as supracitadas, apresenta. A dificuldade de entrada de novos concorrentes e de grandes saltos tecnológicos faz com que as empresas arrisquem menos caminhando assim para estratégias de dominação de nichos de mercados, onde ainda não há atuação da concorrência.

Podemos também constatar que muitas das estratégias de mitigação de riscos, tais como parcerias estratégicas (com fornecedores e compradores) e estudos de demanda de mercado no longo prazo podem e devem ser utilizados por outras indústrias para reduzir a incerteza associada ao lançamento de um novo produto.

Talvez a melhor maneira de se compreender a aplicabilidade da teoria seja adaptando-a para casos específicos e buscando adequá-la a casos práticos de sucessos e fracassos de produtos. Somente assim poderá se perceber, que o ciclo de vida de um produto pode ser mortal e breve como a vida de um organismo, ou sempre revivido e reinventado caminhando assim para a imortalidade.

5. Bibliografia

BERNARDES, R. *O caso Embraer – Privatização e transformação da gestão empresarial: dos imperativos tecnológicos à focalização no mercado*. Cadernos de Gestão Tecnológica, N°. 46, São Paulo, CYTED: PGT/USP, 2000.

_____. *Oportunidades de mercado, produção e acesso a conhecimento: linhas de ação para o fortalecimento da performance tecnológica do setor aeronáutico*. Rio de Janeiro, Finep, 2001.

CUNHA, G.D.A. *Evolução dos Modos de Gestão do Desenvolvimento de Produto*. Anais 4º Congresso Brasileiro Gestão de Desenvolvimento de Produto, Gramado / RS, 2003.

GARETTI, M., MACCHI, M.; VAN DE BERG, R. *Digitally supported engineering of industrial systems in the globally scaled manufacturing*, IMS-NoE SIG 1 White Paper, Milano, 2003.

GRANTHAM, L M. *The validity of the product life cycle in the high-tech industry*. *Marketing Intelligence and Planning*, 15(1), pp 4-10, 1997.

IRIGARAY H.A., VIANNA A., NASSER J.E., et al., *Gestão de desenvolvimento de produtos e marcas*. 2. Ed., Rio de Janeiro, Editora FGV, 2006.

KOTLER P., KELLER K. *Administração de Marketing*, 12. Ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LEVITT, T. *Exploit the product life cycle*, Harvard Business Review, Vol. 43, November-December 1965, 81–94, 1965.

LIMA, J. C., MINGON M., MONTORO G. C. e ALVES M. F.; *A cadeia aeronáutica brasileira e o desafio da inovação*, Revista do BNDES, Rio de Janeiro, Junho/2005.

MERRILL LYNCH. *Commercial aerospace industry. Conference Upbeat on Aircraft Financing, Low Cost Airlines and Embraer's New Family of Jets*. March 31st, 2004.

MARTINEZ, M.R.E. *A Globalização da Indústria Aeronáutica: O Caso Embraer*. Dissertação (Doutorado em Relações Internacionais), Universidade Nacional de Brasília (UNB), Brasília, 2007

MIRA, A. L. *O ciclo de vida dos produtos e a gestão estratégica das empresas*, Texto adaptado de um artigo originalmente publicado na revista SERS, Nº 11, pág. 8, 1984.

NORRIS, G., WAGNER, M. *Airbus A380: Superjumbo of the 21st Century*, Nova York, Zenith Press, 2005.

NOVAES A. G. *Logística Aplicada Suprimento e Distribuição Física*. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 2007.

PRASAD, B. *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization*. New Jersey, Prentice Hall, 1996.

REZENDE, M. C., BOTELHO, E. C. *O uso de compósitos estruturais na indústria aeroespacial*. Polímeros [online]. Vol.10, Nº2, 2000.

RINK, D., SWAN, J. *Product life cycle research: a literature review*, Journal of Business Research, Vol. 7, Nº.3, 219-42, 1979.

TAVARES, M. C.; *Gestão Estratégica*, 1. Ed., São Paulo, Editora Atlas S.A., 2000.

VERNON, R. *International Investment and International Trade in the Product Cycle*. Quarterly Journal of Economics, Nº 80, 190-207, 1966.

VERNON, R. *The product cycle hypothesis in a new international environment*. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Vol. 41, 1979.

WOOD, L. *The end of the product life cycle? Education says goodbye to an old friend*, Journal of Marketing Management, Vol. 6, Nº 2, 145-55, 1990.

Boeing 787 Dreamliner. Disponível em: www.boeing.com/commercial/787family/. Acesso em: 03 out. 2009

Figura dos Estágios do Ciclo de Vida do Produto. Disponível em pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_vida_de_produto. Acesso em: 07 Nov. 2009

Figura das Aeronaves de Pequeno e Médio Porte Desenvolvidas pela Airbus nos Últimos 20 anos. Disponível em: www.airbus.com. Acesso em: 10 Set. 2009

História e Variantes do Boeing 737. Disponível em: www.b737.org.uk/737. Acesso em: 02 out.2009

História do Boeing 737: Da série 200 até a 900. Disponível em: www.portalbrasil.net/boeing_737.htm. Acesso em: 10 Nov. 2009

Mercure 100. Disponível em: <http://culturaaeronautica.blogspot.com/2009/07/dassault-mercure-historia-de-um.html>. Acesso em: 10 Nov. 2009